

University of Groningen

Visual pigment cycle, receptor potential and pupil mechanism in fly sense cells.

Roebroek, Joseph Gemma Hubert

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1990

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Roebroek, J. G. H. (1990). Visual pigment cycle, receptor potential and pupil mechanism in fly sense cells. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

Visuele pigment cyclus, receptorpotentiaal en pupil-mechanisme in de visuele zintuigcel van de vlieg

In het dagelijkse leven van de mens speelt het gezichtsvermogen een zeer belangrijke rol en het is daarom niet verwonderlijk dat de mens hierdoor geïntrigeerd raakt. De eerste stappen van het zien vinden plaats in de visuele zintuigcellen of fotoreceptoren, waar licht geabsorbeerd wordt en omgezet wordt in elektrische signalen. Deze signalen worden in het zenuwstelsel verwerkt en kunnen uiteindelijk resulteren in een gedragsresponsie. Het visuele systeem is, en dit geldt zeker voor zoogdieren en de meeste andere vertebraten, zeer complex. Veel onderzoekers richten zich daarom op proefdieren met een *relatief* eenvoudig visueel systeem. Insecten, en speciaal vliegen, blijken daarvoor een uitstekende keuze te zijn. Hun zenuwstelsel heeft namelijk een zeer regelmatige structuur, en de verbindingen tussen de neurale centra zijn in detail bekend. Electrofysiologische technieken kunnen vrij eenvoudig worden toegepast op visuele zintuigcellen en hogere orde neuronen in bijna geheel intacte dieren.

In dit proefschrift zijn optische en electrofysiologische technieken toegepast om verschillende aspecten van de visuele zintuigcellen van de bromvlieg *Calliphora erythrocephala* (Mg.) *in vivo* te onderzoeken. Het eerste hoofdstuk geeft een korte beschrijving van de tot dusver bekende eigenschappen van de visuele zintuigcellen als basis voor het in dit proefschrift beschreven onderzoek.

In hoofdstuk 2 is de fotochemische cyclus van het visuele pigment bestudeerd. Het primaire visuele pigment van de fotoreceptoren van de vlieg is een xanthopsine. Door lichtabsorptie wordt xanthopsine via een aantal thermolabile intermediaire toestanden omgezet in het thermostabile metaxanthopsine. Het metaxanthopsine activeert een keten van biochemische processen, die uiteindelijk leiden tot een verandering in de elektrische spanning van de visuele zintuigcel, de "late receptorpotentiaal". Metaxanthopsine converteert op zijn beurt bij lichtabsorptie via een aantal intermediaire toestanden terug naar xanthopsine. Omdat zowel de thermostabile als de thermolabile toestanden waarin het visueel pigment zich kan bevinden een

karakteristiek absorptiespectrum bezitten, kan het tijdsverloop van het fotochemische proces bestudeerd worden met transmissiemetingen. Met behulp van deze techniek is in hoofdstuk 2 gevonden dat de terugconversie van xanthopsine uit metaxanthopsine plaats vindt via een tot nu toe onbekend, relatief langzaam (13 ms) vervallend intermediair, *N* genoemd.

De eerste aanwijzingen voor het bestaan van dit intermediair *N* zijn verkregen uit experimenten met betrekking tot de "vroege receptorpotentiaal" (hoofdstuk 3). De vroege receptorpotentiaal is een kortdurende spanningsverandering die over het celmembraan opgewekt wordt door een korte, intensieve lichtflits, die een grote fractie van het visuele pigment converteert. De vroege receptorpotentiaal vindt zijn oorsprong in de ladingsverschuivingen die optreden binnen het visuele pigmentmolecuul bij zowel de lichtgeïnduceerde als bij de thermische overgangen van het visuele pigment. In hoofdstuk 3 is gevonden dat de conversie van metaxanthopsine naar xanthopsine leidt tot een vroege receptorpotentiaal die bestaat uit twee fasen. Een al eerder beschreven korte (≈ 5 ms) depolariserende fase wordt gevolgd door een hyperpolariserende fase met een duur van ongeveer 30 ms. Deze tweede hyperpolariserende fase was de aanwijzing voor het bestaan van een relatief langzaam vervallend intermediair in de fotochemische cyclus van het visuele pigment. De gemeten vroege receptorpotentiaal kan gesimuleerd worden met behulp van een model waarin de elektrische eigenschappen van de cel gemodelleerd worden met behulp van een *RC*-circuit, waarin de tijdsconstante van de pigment-converterende lichtflits, de tijdsconstante van het thermische verval van intermediair *N* en de ladingsverschuivingen, die binnen het visuele pigmentmolecuul optreden bij conversie, zijn verwerkt.

De temperatuurafhankelijkheid van de receptorpotentiaal en de ruis in de fotoreceptoren is onderzocht in hoofdstuk 4. De amplitude van de impulsresponsies is in het temperatuurbereik van 15 tot 25 °C onafhankelijk van de temperatuur. De latentie en de tijd tot de piek van de impulsresponsie nemen bij stijgende temperatuur met eenzelfde factor af. De vermogenspectra van de spannings-ruis, gemeten tijdens de stabiele plateau-potentiaal, laten zien dat, als de temperatuur stijgt van 10 tot 30 °C een grotere fractie van het vermogen is geassocieerd met hogere frequenties. Met behulp van ruisanalyse en met de veronderstelling dat de plateau-potentiaal is opgebouwd uit een superpositie van uniforme elementaire voltageresponsies (z.g. bumps) is de verschuiving van het vermogen naar de hogere frequenties te herleiden tot een afname in de duur van de bumps.

De laatste aan het pu-
teristieken
stuk 5. De
van reflect
tiaal onge
verzadigen
zadigt bij
reflecties
hankelijk
uit trans
van het sp
de adapta
optische g
In hoo
lichtverzw
maakt gek
worden vi
via een op
(antidroo
ces onafha
mechanis
De result
met de op

De laatste twee hoofdstukken van dit proefschrift besteden aandacht aan het pupilmechanisme van de visuele zintuigcellen. De spectrale karakteristieken en de lichtintensiteitsafhankelijkheid zijn onderzocht in hoofdstuk 5. De drempelintensiteit van de pupilresponsie, gemeten met behulp van reflectie, ligt bij een intensiteit waar de piek van de receptorpotentiaal ongeveer half-maximaal is en waarbij de plateau-potentiaal begint te verzadigen. De reflectiestijging als gevolg van het insturen van de pupil verzadigt bij een intensiteit die 3 decades boven de drempelintensiteit ligt. Het reflectiespectrum piekt bij 620 nm en de vorm van het spectrum is onafhankelijk van de adaptatie-intensiteit. De absorptieverandering, bepaald uit transmissiemetingen, is maximaal bij 470 nm, in het blauwe gebied van het spectrum. De vorm van het absorptiespectrum is afhankelijk van de adaptatie-intensiteit, hetgeen waarschijnlijk veroorzaakt wordt door de optische golfgeleidereigenschappen van de fotoreceptoren.

In hoofdstuk 6 wordt een electrofysiologische methode beschreven om de lichtverzwakkingsfactor van het pupilmechanisme te bepalen. Deze methode maakt gebruik van het feit dat de fotoreceptoren niet alleen belicht kunnen worden via de normale weg (orthodroom), maar ook van binnenin de kop, via een opening die hiervoor aan de achterzijde van de kop is aangebracht (antidroom). De methode veronderstelt dat het potentiaalgenererende proces onafhankelijk is van de richting van het invallende licht en dat het pupilmechanisme lokaal, in het distale gedeelte van de cel, geactiveerd wordt. De resultaten van deze electrofysiologische methode komen goed overeen met de optisch verkregen lichtverzwakkingsfactor.